

**Análise geoespacial da
ocorrência de espécies vegetais
em propriedades rurais no
Submédio São Francisco**



ISSN 1806-3322

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 27

Análise geoespacial da ocorrência de espécies vegetais em propriedades rurais no Submédio São Francisco

*Ivan André Alvarez
Célia Regina Grego
Lúcia Helena Piedade Kiill
Lúcio Alberto Pereira*

Embrapa Monitoramento por Satélite
Campinas, SP
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Fone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

www.cnpm.embrapa.br

cnpm.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Cristina Criscuolo

Secretária-Executiva: Bibiana Teixeira de Almeida

Membros: Daniel Gomes dos Santos Wendriner Loebmann,

Fabio Enrique Torresan, Janice Freitas Leivas, Ricardo Guimarães

Andrade, Shirley Soares da Silva e Vera Viana dos Santos

Supervisor editorial: Cristina Criscuolo

Revisor de texto: Bibiana Teixeira de Almeida

Normalização bibliográfica: Vera Viana dos Santos

Editoração eletrônica: Shirley Soares da Silva

Ilustração de capa: Mapa da área de estudo (Ivan André Alvarez)

1ª edição

1ª impressão (2012): publicação on-line.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Monitoramento por Satélite

Alvarez, Ivan André

Análise geoespacial da ocorrência de espécies vegetais em propriedades rurais no Submédio São Francisco / Ivan André Alvarez, Célia Regina Grego, Lúcia Helena Piedade Kiill, Lúcio Alberto Pereira. – Campinas, SP : Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012.

24 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Monitoramento por Satélite; 27).

ISSN 1806-3322.

1. Mata Ciliar. 2. Rio São Francisco. 3. Vegetação. I. Grego, Célia Regina. II. Kiill, Lúcia Helena Piedade. III. Pereira, Lúcio Alberto. IV. Título. V. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). VI. Série.

CDD 333.95338142

© Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012

Sumário

Resumo	6
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultado e Discussão	12
Conclusões.....	20
Referências	20

Análise geoespacial da ocorrência de espécies vegetais em propriedades rurais no Submédios São Francisco

Ivan André Alvarez¹

Célia Regina Grego²

Lúcia Helena Piedade Kiill³

Lúcio Alberto Pereira⁴

Resumo

O trabalho teve como objetivo identificar correlações de espacialidade entre as espécies levantadas em um trecho de margem do Rio São Francisco no Bioma Caatinga. O estudo foi realizado em sete municípios ao longo de uma faixa de rio de 380 km no Submédio São Francisco, em 408 parcelas distribuídas em até 100 m de distância das margens do rio. Utilizou-se a geoestatística para verificar as relações espaciais entre as principais espécies vegetais levantadas e os ambientes ripários. Os diferentes ambientes não influenciam a presença de espécies, contudo, há dependência espacial quando se considera todo o trecho estudado.

Termos para indexação: Mata ciliar, Rio São Francisco, vegetação, ambientes ripários, caatinga, geoestatística

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, ivan.alvarez@embrapa.br

² Engenheira Agrônoma, Doutora em Energia na Agricultura, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, celia.grego@embrapa.br

³ Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, lucia.kiill@embrapa.br

⁴ Ecólogo, Doutor em Geociências e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, lucio.pereira@embrapa.br

Geospatial assesment about cover vegetation in Pernambuco and Bahia properties in Caatinga Biome, Brazil

Abstract

This work aimed to identify spatial correlations between the species surveyed at a portion of the São Francisco river margin in the *Caatinga* biome. The study was performed in seven municipalities along a 380-km long stripe of the river's margin at Submédio São Francisco. The area was divided in 408 plots distributed along up to a 100-m distance from the margin. We used geostatistical techniques to verify the spatial relations between the main plant species surveyed and the riparian environments. The different environments do not influence the availability of species, however there is spatial dependence when the whole study area is considered.

Index terms: Riparian forests, São Francisco river, vegetation, riparian environments, *Caatinga*, geostatistics.

Introdução

O Rio São Francisco, único rio perene que corta o Bioma Caatinga, desempenha importante papel ecológico e econômico para a região Nordeste do Brasil. A distribuição espacial das espécies nas áreas ribeirinhas obedece, de forma geral, três ambientes típicos adjacentes ao rio: um imediatamente inundável (margem do rio), a crista ou o dique e a planície inundável. Segundo Rodrigues e Nave (2000), as matas ripárias apresentam bastante heterogeneidade florística e estrutural em razão dos ambientes e de sua disponibilidade hídrica e nutricional.

Entre os levantamentos florísticos de mata ripária de caatinga (ARAÚJO et al., 2005; LACERDA et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2003), foram relatadas as presenças de diques marginais paralelos às matas ciliares formando lagoas temporárias, com flora semelhante à da mata ciliar, distinta das áreas do pediplano sertanejo ou tabuleiro nas margens do Rio São Francisco, em Petrolina, PE, e que flutuações do nível do rio influenciaram nas características pedológicas desses ambientes (mata ciliar e dique x tabuleiro).

Alvarez et al. (2011b) estudaram as modificações na paisagem do Rio São Francisco na região de Petrolina/Juazeiro ao longo de 21 anos (1987-2008) e identificaram que a cobertura vegetal natural está sendo substituída por áreas com agricultura irrigada, pastagem e expansão urbana. Nesse período, cerca de 9,7% (2.900 km²) da Caatinga foi convertida em pastagem. Além disso, a heterogeneidade da paisagem e a diminuição da conectividade entre fragmentos de vegetação são marcantes na região. Contudo, faltou analisar a distribuição da vegetação de mata ripária restante nas áreas estudadas.

A organização espacial de espécies de plantas dentro de áreas que necessitam de recuperação na caatinga ainda é pouco explorada. Para a adequada caracterização das propriedades do solo e das plantas é importante considerar sua variabilidade espacial e a análise geoestatística, método descrito por Isaaks e Srivastava (1989),

Goovaert, (1997) e Vieira (2000), como uma ferramenta adequada e fundamental para a análise de propriedades que se diferenciam de um local para outro com algum grau de organização ou continuidade.

Como a ocorrência de espécies de plantas investigada neste trabalho está associada, entre outros fatores, às formas da paisagem, sua espacialização pode ser expressa por meio de mapas que consideram a dependência espacial (VIEIRA, 2000).

Este trabalho analisou a influência da paisagem sobre a riqueza de espécies vegetais e a distribuição espacial das principais espécies de maior frequência encontradas em levantamentos realizados de um trecho do Rio São Francisco no Bioma Caatinga, visando subsidiar programas de restauração ecológica.

Material e Métodos

O trabalho levantou as fitofisionomias que caracterizam as paisagens da mata ciliar e as faixas de transição com a vegetação de Caatinga. A vegetação da caatinga foi levantada por meio de inventário fitossociológico em áreas com diferentes níveis de degradação.

O estudo foi realizado de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010 em sete municípios ao longo de uma faixa de rio de 380 km no Submédio São Francisco (14% do total do rio), no Bioma Caatinga. As amostragens foram realizadas em 408 parcelas distribuídas em conglomerados ao longo da faixa ciliar de 100 m, onde parcelas de 10 m x 20 m foram avaliadas, dispostas em intervalos de 10 m entre si e distribuídas em três transectos, o primeiro localizado de 0 m a 10 m de distância do rio, o segundo, de 40 m a 50 m, e o terceiro de 90 m a 100 m. O caminhamento foi realizado na área em zigue-zague (Figura 1).

O levantamento das espécies arbóreas nas parcelas foi realizado em propriedades rurais escolhidas a partir do estudo que selecionou propriedades em função do seu estado de degradação (ALVAREZ et al., 2011a) nos municípios de Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista em Pernambuco, e Juazeiro, Sobradinho, Casa Nova e Curaçá na Bahia (Figura 2).

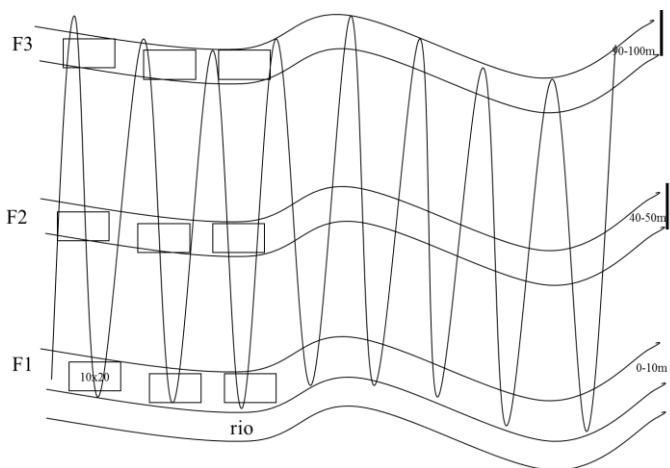


Figura 1.
Distribuição das parcelas nas propriedades rurais selecionadas.

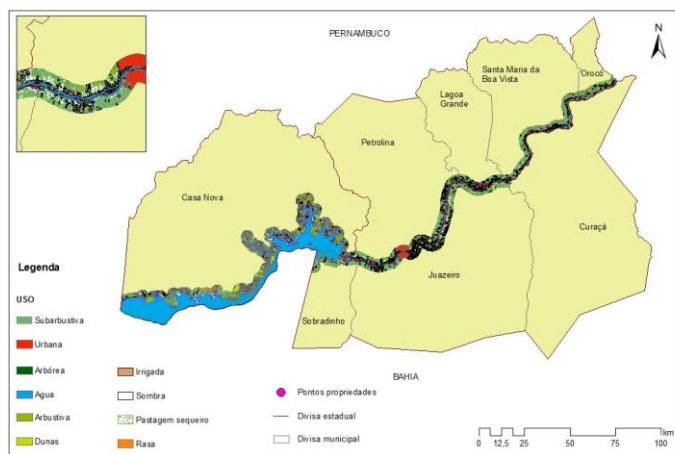


Figura 2.
Localização da área de estudo.

As parcelas vazias (em áreas alagadas) foram desconsideradas para o estudo. Os dados de espécies de plantas por área útil da parcela foram identificados em 396 pontos com coordenadas conhecidas nas parcelas dentro das propriedades rurais (Figura 3). Dessa forma, foi possível adequá-los à realização da análise geoestatística.

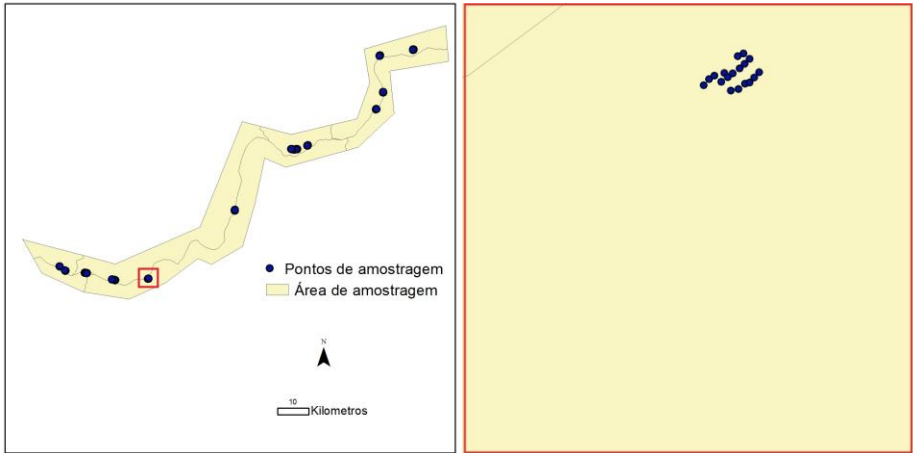


Figura 3. Área e pontos de amostragem e detalhe de pontos de amostragem próximos circundados pelo quadrado na cor vermelha.

Inicialmente, foram calculados os parâmetros da estatística descritiva, para análise exploratória dos dados. Para verificar a dependência espacial, interpolar dados e construir mapas, foi empregada análise geoestatística segundo Vieira (2000). Foram construídos semivariogramas, partindo das pressuposições de estacionariedade da hipótese intrínseca e do cálculo da semivariância $\gamma(h)$ estimada na Equação 1:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Onde $N(h)$ é o número de pares dos valores medidos $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$, separados por um vetor h .

Os semivariogramas que apresentaram dependência espacial foram ajustados a um modelo onde foram definidos os parâmetros do semivariograma: $C0$ = efeito pepita, que é o valor de $\gamma(h)$ quando $h = 0$; a = alcance, que é a distância em que $\gamma(h)$ permanece aproximadamente constante com o aumento da distância h ; $C1$ = variância estrutural, ou seja, a diferença entre o patamar e o efeito pepita; e $C0 + C1$ = patamar, que é o valor de $\gamma(h)$ aproximado da variância dos dados. Segundo Vieira et al. (2008), os modelos ajustados para dados da ciência da natureza são, na maioria, esféricos, porém, em menores frequências, podem ser ajustados o exponencial e o gaussiano, e, para fenômenos com periodicidade, predomina o modelo *hole effect*.

Observada a existência de dependência espacial definida pelo semivariograma, os valores vizinhos semelhantes possibilitaram estimar valores para qualquer local onde a variável não foi medida usando a krigagem, segundo Vieira (2000), que estima valores com as condições de estimativa sem tendenciosidade e com desvios mínimos em relação aos valores conhecidos, ou seja, com variância mínima. O programa desenvolvido por Vieira et al. (2008) interpola, por krigagem ordinária, valores no espaço amostrado para qualquer posição. Com os valores estimados, foram construídos mapas de isolinhas em função da coordenada geográfica no programa ArcGIS 10.0.

Resultados e Discussão

Foram contabilizadas 18 espécies arbóreas/arbustivas de ocorrência nos levantamentos realizados no trecho do Rio São Francisco (Tabela 1).

Para análise espacial, o número de ocorrência das espécies arbóreas/arbustivas levantadas na área total da parcela (20 m^2) foi contabilizado e as espécies foram georreferenciadas de acordo com o ponto central da parcela.

Tabela 1. Espécies arbóreas/arbustivas com ocorrências nos levantamentos realizados no trecho estudados nas margens do Rio São Francisco.

Nome Científico	Nome comum
<i>Inga vera affinis</i>	ingazeira
<i>Prosopis juliflora</i>	algaroba
<i>Albizia inundata</i>	muquém
<i>Celtis membranacea</i>	juaí
<i>Mimosa tenuiflora</i>	jurema-preta
<i>Geoffraea spinosa</i>	marizeiro
<i>Mimosa arenosa</i>	jurema-vermelha
<i>Ziziphus joazeiro</i>	juazeiro
<i>Genipa americana</i>	jenipapo
<i>Capparis cynophallophora</i>	feijão-bravo
<i>Cocos nucifera</i>	coco
<i>Pisonia tomentosa</i>	piranheira
<i>Mimosa bimucronata</i>	alagadiço
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	aroeira
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	baraúna
<i>Caesalpinia ferrea</i>	pau-ferro
<i>Senna spectabilis</i>	são-joão

O número de ocorrência das espécies da Tabela 1 foi analisado pela estatística descritiva para análise exploratória dos dados (Tabela 2). Verifica-se que os valores de assimetria e curtose são muito distantes de zero, e indicam que os dados não apresentaram distribuição de frequência normal. Isso é comum em dados com alta variação, como esses, para os quais os valores máximos e mínimos são muito discrepantes. Segundo Santos et al. (2011), a presença de valores atípicos ou discrepantes é uma característica das florestas tropicais.

Tabela 2. Estatística descritiva das espécies arbóreas/arbustivas de ocorrência nos levantamentos realizados no trecho estudado nas margens do Rio São Francisco.

Nome Científico	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Mínimo	Máximo	Contagem	Curtose	Assimetria
<i>Inga vera affinis</i>	1,33	0	3,67	13,47	0	28	396	14,63	3,59
<i>Prosopis juliflora</i>	0,61	0	2,67	7,14	0	33	396	65,75	7,13
<i>Albizia inundata</i>	0,44	0	1,54	2,36	0	15	396	37,45	5,57
<i>Celtis membranacea</i>	0,23	0	0,86	0,74	0	8	396	35,70	5,44
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,14	0	1,13	1,27	0	18	396	182,63	12,72
<i>Geoffraea spinosa</i>	0,14	0	0,96	0,92	0	15	396	155,01	11,21
<i>Mimosa arenosa</i>	0,10	0	0,65	0,42	0	8	396	91,85	8,91
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0,04	0	0,30	0,09	0	4	396	101,55	9,35
<i>Genipa americana</i>	0,03	0	0,21	0,04	0	2	396	62,04	7,66
<i>Capparis cynophallophora</i>	0,04	0	0,24	0,06	0	3	396	79,08	8,32
<i>Cocos nucifera</i>	0,03	0	0,32	0,10	0	5	396	176,84	12,68
<i>Pisonia tomentosa</i>	0,02	0	0,18	0,03	0	2	396	83,03	8,78
<i>Mimosa bimucronata</i>	0,02	0	0,14	0,02	0	1	396	45,10	6,85
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,01	0	0,10	0,01	0	1	396	95,22	9,84
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,01	0	0,10	0,01	0	1	396	95,22	9,84
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,02	0	0,19	0,04	0	3	396	195,65	13,62
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,01	0	0,11	0,01	0	2	396	267,80	15,99
<i>Senna spectabilis</i>	0,01	0	0,09	0,01	0	1	396	128,64	11,40

A ocorrência predominantemente nula (0) de algumas espécies de plantas prejudicou a análise espacial dessas espécies. Portanto, para a análise geoestatística, foram selecionadas as que apresentaram média superior de ocorrência de 0,05 espécie por ponto de amostragem: ingazeira, algaroba, muquém, juaí, jurema-preta, marizeiro e jurema-vermelha. Os pontos georreferenciados com número de ocorrência dessas espécies foram submetidos a análise geoestatística. Foram construídos e ajustados semivariogramas para a análise de

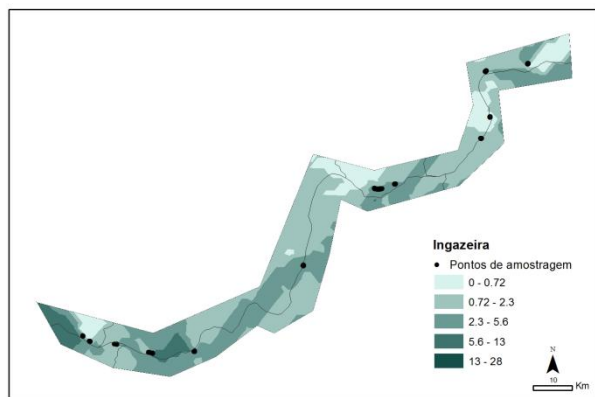
dependência espacial, e os parâmetros de ajuste foram obtidos de acordo com o modelo de melhor correspondência (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros de ajuste do semivariograma.

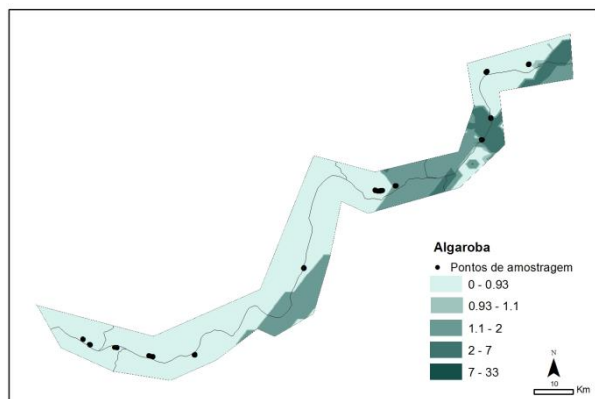
Nome científico	Efeito pepita (Co)	Variância estrutural (C1)	Alcance (a)	Modelo de ajuste
<i>Inga vera affinis</i>	5,75	4,44	990	Gaussiano
<i>Prosopis juliflora</i>	2,95	2,40	610	Gaussiano
<i>Albizia inundata</i>	0	2,69	660	Esférico
<i>Celtis membranacea</i>	Sem ajuste (efeito pepita puro)			
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,48	0,61	881	Gaussiano
<i>Geoffraea spinosa</i>	0,61	0,52	2000	Exponencial
<i>Mimosa arenosa</i>	Sem ajuste (efeito pepita puro)			

Duas espécies de plantas pré-selecionadas, juá e jurema-vermelha, não apresentaram dependência espacial, e o ajuste do semivariograma não pode ser realizado. Para as demais, o ajuste permitiu identificar os parâmetros de dependência espacial onde o alcance variou de 610 m a 2.000 m, com ajustes gaussiano, esférico e exponencial. A não ocorrência de dependência espacial para muquém e jurema-vermelha significa que a variação dessas espécies no espaço, na distância amostrada, não apresenta estrutura de dependência, ou seja, a ocorrência é aleatória na paisagem amostrada. Segundo Mello (2004), os valores discrepantes no conjunto de dados influenciam negativamente o semivariograma experimental, no sentido de produzir as estimativas. Além disso, a heterogeneidade do ambiente reflete diferentes características de desenvolvimento arbóreo, e é a grande responsável pela distribuição de espécies vegetais numa escala de paisagem (FORMAN, 1999).

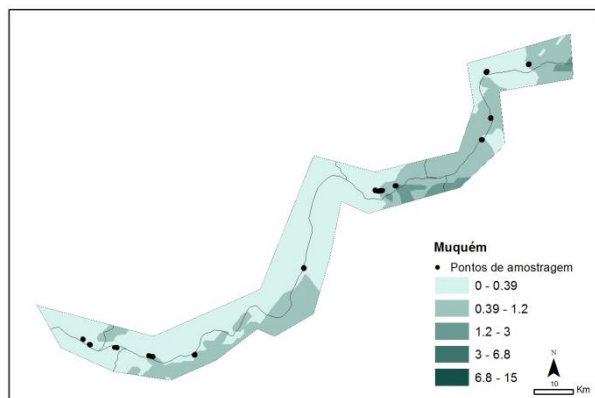
Para as espécies que apresentaram dependência espacial, foram interpolados valores nos locais não amostrados pela krigagem ordinária e construídos mapas de isolinhas (Figura 3).



a)



b)



c)

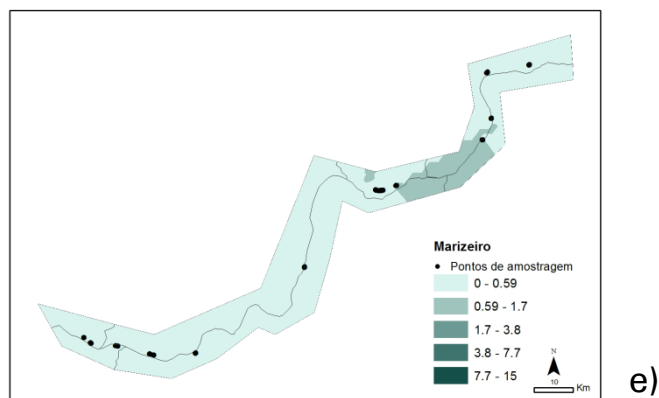
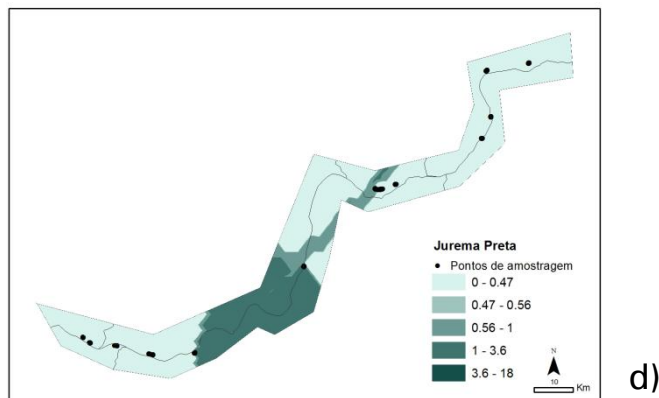


Figura 3. Mapas da ocorrência das espécies: a) ingazeira; b) algaroba; c) muquém; d) jurema-preta; e) marizeiro. Foi utilizada a krigagem para espacialização dos pontos amostrais das espécies.

A krigagem é um método de interpolação considerado matematicamente eficiente, pois, segundo Vieira (2000), permite interpolar dados sem tendência e com variância mínima e, além disso, só pode ser aplicada se a dependência espacial existir e for detectada pelo ajuste do semivariograma. No presente estudo, as espécies foram amostradas nas parcelas localizadas ao longo da margem do rio e, por haver concentrações de pontos a curta distância, separados por outro

agrupamento de pontos numa distância proporcionalmente grande, a interpolação pode ter sido prejudicada apesar da dependência espacial detectada no semivariograma. Uma melhor distribuição de pontos de amostragem ao longo da margem do rio poderia garantir uma dependência mais forte e, conseqüentemente, os valores interpolados representados nos mapas estariam mais próximos da realidade.

As florestas aluviais possuem características diversas das florestas constantemente alagadas. Os resultados de Silva et al. (2007) indicaram que a variação ambiental associada aos diferentes regimes de inundação é determinante na definição dos padrões fitogeográficos de áreas inundáveis. A espécie ingazeira, *Inga vera affinis*, apresentou uma distribuição mais uniforme ao longo de todo o trecho estudado, sendo que a variação ocorreu em função da topografia, conforme Nascimento et al. (2003).

Na área estudada, houve variações de presença da ingazeira relacionadas às distâncias entre os locais, variando a presença do cristalino próximo à margem e a proximidade com a represa de Sobradinho, que regula o fluxo de água. Silva et al. (2007) destacam que, para as comparações entre a presença do gênero *Inga* entre sul e sudeste, a amplitude geográfica abrangida e os diferentes históricos de regime de enchentes e encharcamento resultou em diferentes composições florísticas, mesmo em áreas geográficas próximas.

A algaroba (*P. juliflora*) foi a espécie que apresentou a segunda maior ocorrência ao longo de todo o trecho, provavelmente devido a vários fatores ambientais associados à região semiárida. De acordo com Ribaski et al. (2009), esses fatores podem ser: maior produção de vagens em temperatura média anual superior a 20 °C; precipitação em torno de 300 mm–500 mm e umidade relativa entre 60%–70%; bom desenvolvimento em Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais) e salinizados, características de solos de mata ripária do semiárido. Nesse caso, fica clara essa distribuição entre os municípios de Curaçá, BA, e Santa Maria da Boa Vista, PE. Nesses locais, a criação de bovinos e caprinos

é maior. A relação com a distribuição de algaroba justifica-se pela maior presença de animais para sua disseminação, que pode ocorrer tanto por caprinos como bovinos. A maior contribuição para o processo de invasão ocorre pela dispersão das sementes pelos bovinos.

A presença de marizeiro, *Geoffraea spinosa*, na mata ripária é mais característica nos tabuleiros (NASCIMENTO et al., 2003; SOUZA; RODAL, 2010). A sua ocorrência está relacionada ao uso do solo pela agricultura, e sua distribuição é desuniforme, porque a ocorrência é irregular na área estudada.

A geoespacialização por meio da geostatística demonstrou que as espécies de maior ocorrência distribuíam-se ao longo das faixas estudadas, de maneira similar aos estudos florísticos e fitossociológicos: *Geoffraea spinosa* Jacq., *Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W., que formam populações mais numerosas próximas a cursos d'água (LACERDA et al., 2005; FERRAZ et al., 2006; RODAL et al., 2008), e *Mimosa tenuiflora* Mart. Benth., que ocorre com frequência em áreas antropizadas da caatinga (ANDRADE et al., 2005; MARACAJÁ et al., 2003).

A presença de *Mimosa tenuiflora* em áreas antropizadas é comprovada quando ela ocorre em maior concentração ao longo dos municípios de Petrolina e Juazeiro. Alvarez et al. (2011b) encontraram áreas mais antropizadas em Juazeiro e Petrolina, decorrentes de uma ocupação desordenada das margens do rio por condomínios e chácaras, e aumento de áreas degradadas a partir da salinização dos solos, decorrente de manejo inadequado das áreas de agricultura irrigada.

Conclusões

Conclui-se que houve dependência espacial, quando se considera todo o trecho estudado, para as principais espécies de maior frequência: ingazeira, algaroba, muquém, jurema-preta, marizeiro.

Apesar da amostragem irregular ao longo do curso do rio, a diversidade de espécies não se apresentou uniformemente distribuída, e a análise de variabilidade espacial permitiu identificar a localização, na paisagem, das espécies arbóreas/arbustivas. Portanto, a espacialização utilizando a análise geoestatística foi útil para a identificação da ocorrência de espécies vegetais em propriedades rurais no Submédio São Francisco.

Referências

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. de; PEREIRA, L. A. **Seleção de propriedades referência para compor modelos de restauração ecológica: aplicação de pesquisa quali-quantitativa**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011a. 33 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 22; 86).

ALVAREZ, I. A.; TAURA, T. A.; PEREIRA, L. A.; ANDRADE, R. G. **Dinâmica da paisagem no Submédio do Rio São Francisco**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011b. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 23).

ANDRADE, L. A. PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BAEBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias da Caatinga, com diferentes históricos de uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul./set. 2005.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, K. A.; FERRAZ, E. M. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, S. I. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 285-294, 2005.

FERRAZ, J. S. F.; ALBUQUERQUE, U. P.; MEUNIER, I. M. J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do Riacho do Navio, Floresta, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, p. 1-10, 2006.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscape and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

GOOVAERTZ, P. **Geostatistics for natural resources evaluation**. New York: Oxford University Press, 1997. 483 p.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561 p.

LACERDA, A. V.; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do Rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 647-656. 2005.

NASCIMENTO, C. E. de S.; RODAL, M. J. N.; CAVALCANTI, A. C. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 271-287, jul./set. 2003.

MARACAJÁ, P. B.; BATISTA, C. H. F.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E. Levantamento florístico e fitossociológico do extrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 3, p. 1-13, 2003.

MELLO, J. M. **Geostatistics applied to forest inventory**. 2004. 111 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de; NASCIMENTO, C. E. de S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*)**: árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 240).

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 45-71.

SANTOS, P. C.; SANTANA, A. C.; BARROS, P. L. C.; QUEIROZ, J. C. B.; VIEIRA, T. O. V. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho "ótimo" de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, Estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 213-222, 2011.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n. 2, p. 263-275, abr./jun., 2007.

SOUZA, J. A. N.; RODAL, M. J. N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de caatinga no Rio Pajeú, Floresta/Pernambuco-Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 54-62, out./dez., 2010.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p. 1-54.

VIEIRA, S. R.; XAVIER, M. A.; GREGO, C. R. Aplicações de geoestatística em pesquisa com cana-de-açúcar. In: MIRANDA-DINARDO, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico. 2008. p. 839- 852.



Monitoramento por Satélite

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

